

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-190461
 (43)Date of publication of application : 23.07.1996

(51)Int.CI.

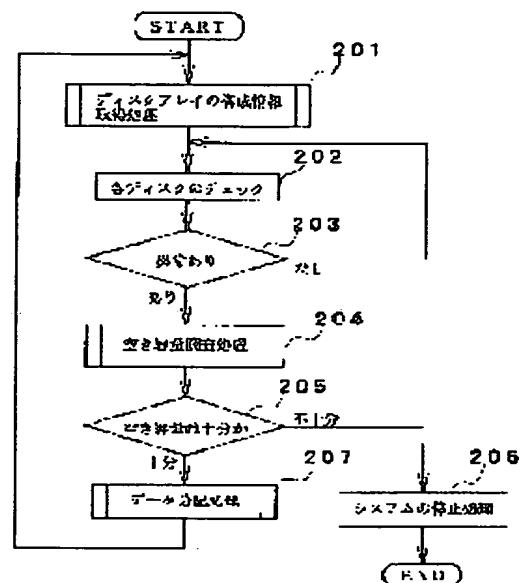
G06F 3/06
G06F 3/06(21)Application number : 07-001732
 (22)Date of filing : 10.01.1995(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : SOEDA KAZUHIRO

(54) DISK ARRAY SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To input and output data continuously when plural hard disks of the disk array system which uses plural hard disks get out of order and to restore data when the broken disks are replaced.

CONSTITUTION: During the operation of the disk array system, each disk is checked (step 202) and if abnormality is detected, the amount of data stored on the disks other than faulty disk and the free capacity of the normal disks are found (step 204). When the disks have a sufficient free capacity (step 205), the data on the faulty disk are distributed to and stored on the normal disks (step 207) and the disk array system continues to operate to input and output data. Therefore, even if plural disks of this disk array system get out of order, the disk on those faulty disk are distributed and stored according to the free capacity of the normal disks, so that the input and output of data can be continued without providing any stand-by disk.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-190461

(43)公開日 平成8年(1996)7月23日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 6 F 3/06

識別記号 庁内整理番号
5 4 0
3 0 6 B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全10頁)

(21)出願番号

特願平7-1732

(22)出願日

平成7年(1995)1月10日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 添田 和宏

神奈川県海老名市下今泉810番地 株式会
社日立製作所オフィスシステム事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 ディスクアレイシステム

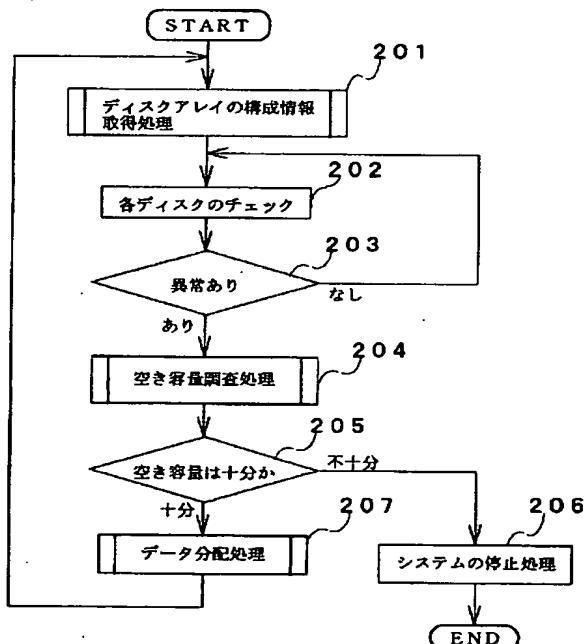
(57)【要約】

【目的】複数台のハードディスクを用いたディスクアレイシステムで、複数のハードディスクが続けて壊れたときに、データの入出力を継続して行うことを可能にするとともに、壊れたディスクが交換されたときにそのデータを復旧する。

【構成】ディスクアレイシステムの動作中、各ディスクをチェックし(ステップ202)、異常が検出されたならば、その障害ディスク以外に格納されていたデータ量と、正常なディスクの空き容量と求め(ステップ204)、ディスクの空き容量が十分にあれば(ステップ205)、障害ディスクのデータを正常なディスクに分配して格納し(ステップ207)、継続してディスクアレイシステムとしてのデータの入出力を継続して行う。

【効果】本発明のディスクアレイシステムでは、複数のディスクに障害が起こっても、正常なディスクの空き容量に応じて、それらディスクのデータを分配して格納するものであり、予備のディスクを設けることなく、データの入出力を継続して行うことができる。

図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数台の磁気ディスク装置から構成されるディスクアレイシステムにおいて、前記複数台の磁気ディスク装置の第1の磁気ディスク装置に障害が発生したことを検出する障害検出手段と、該障害検出手段によって障害が検出されたとき、前記第1の磁気ディスク装置に格納されているデータを復元するデータ復元手段と、該データ復元手段によって復元したデータを、前記第1の磁気ディスク装置以外の前記複数台の磁気ディスク装置に分配して格納する分配格納手段と、前記第1の磁気ディスク装置が交換された場合、該第1の磁気ディスク装置が正常なディスクに交換されたことを検出する交換検出手段と、該交換検出手段によって、交換された磁気ディスク装置が正常なディスクであると検出されたとき、前記分配格納手段によって分配格納されていたデータを、該交換された磁気ディスク装置に移動するディスク復旧手段とを有することを特徴とするディスクアレイシステム。

【請求項2】複数台の磁気ディスク装置から構成されるディスクアレイシステムにおいて、前記複数台の磁気ディスク装置の第一の磁気ディスク装置に障害が発生したことを検出する障害検出手段と、該障害検出手段によって障害が検出されたとき、前記第1の磁気ディスク装置以外の複数台の磁気ディスク装置の空き容量を求める空き容量検出手段と、前記第1の磁気ディスク装置に格納されていたデータ量を求めるデータ量算出手段と、前記空き容量検出手段によって求めた前記空き容量と、前記データ量算出手段によって求めた前記データ量とを比較するデータ量比較手段と、該データ量比較手段にて前記空き容量が前記データ量よりあらかじめ定められた量より大きい場合、前記第1の磁気ディスク装置に格納されていたデータを前記第1の磁気ディスク装置を除く前記複数台の磁気ディスク装置に分配して格納する分配格納手段と、前記第1の磁気ディスク装置が交換された場合、該第1の磁気ディスク装置が正常なディスクに交換されたことを検出する交換検出手段と、該交換検出手段によって、交換された磁気ディスク装置が正常なディスクであると検出されたとき、前記分配格納手段によって分配格納されていたデータを、該交換された磁気ディスク装置に移動するディスク復旧手段とを有することを特徴とするディスクアレイシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ディスクアレイシステムに係る発明であり、特にデータの障害におけるデータ格納の能力を向上する方法に係わり、特に、特定のディスクに障害が発生したときに、壊れたディスク以外のディ

スクすべてのデータを復旧することに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ディスクアレイシステムでは、1台のハードディスクが壊れた場合には、それ以外のハードディスクのパリティを用いてデータを復旧していたが、2台のハードディスクが同時に壊れた場合には復旧できなかった。例えば、特開昭61-170838号公報には、情報処理装置としてデータ復元の方法が記載されているが、この方法では、複数のハードディスクが続けて壊れた場合に、復元は困難であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来技術におけるディスクアレイシステムでは、1台のハードディスクが壊れた場合でも、すぐさま交換されれば、壊れたハードディスクのデータを復旧することができる。しかし、壊れたハードディスクが交換される前に、さらに別のハードディスクが壊れると、データを復旧することができない。また、ハードディスクが壊れた場合のために、あらかじめ予備のハードディスクを用意しておき、ハードディスクに障害が起こったときに、他のハードディスクのデータを基に障害の起こったディスクのデータを復旧して、予備のハードディスクに格納し、壊れたハードディスクの代わりに使用するというものがある。しかしながら、通常時使用されない予備ディスクは、コストの増大、あるいは装置の巨大化の原因となるものであり、さらにシステムに設けられた予備ディスク以上のハードディスクに連続して障害が起こった場合、対応することができない。

【0004】そこで本発明は、ディスクアレイシステムを構成する複数個のディスク装置以外に、予備のディスク装置を設けることなく、ディスク装置の障害に際して、継続して使用可能なディスクアレイシステムを実現することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明では、複数台のハードディスクが続けて壊れた場合に、正常に動作しているハードディスクの空き容量を調べ、壊れたハードディスクのデータを格納するのに十分な容量が確保できたら、そのデータを各ハードディスクの空き領域に分配して格納し、壊れたハードディスクが、正常に動作するハードディスクに交換されたならば、分配されたデータを、交換されたハードディスクに復旧するものである。

【0006】つまり、複数台の磁気ディスク装置から構成されるディスクアレイシステムにおいて、前記複数台の磁気ディスク装置の第1の磁気ディスク装置に障害が発生したことを検出する障害検出手段と、該障害検出手段によって障害が検出されたとき、前記第1の磁気ディスク装置に格納されているデータを復元するデータ復元手段と、該データ復元手段によって復元したデータを、

前記第1の磁気ディスク装置以外の前記複数台の磁気ディスク装置に分配して格納する分配格納手段と、を有することによって達成される。

【0007】また、前記第1の磁気ディスク装置が交換された場合、該第1の磁気ディスク装置が正常なディスクに交換されたことを検出する交換検出手段と、該交換検出手段によって、交換された磁気ディスク装置が正常なディスクであると検出されたとき、前記分配格納手段によって分配格納されていたデータを、該交換された磁気ディスク装置に移動するディスク復旧手段と、を有することによって達成されるものである。

【0008】

【作用】本発明によれば、壊れた磁気ディスク装置のデータを、正常に動作している磁気ディスク装置に分配して格納することにより、予備ディスク設けることなくデータの入出力を継続して行う。また、壊れた磁気ディスク装置が交換されたとき、正常な磁気ディスク装置に分配して格納していたデータを、その交換した磁気ディスク装置に移し変えることにより、ディスクアレイシステムの操作性及び信頼性を向上する。

【0009】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に従い詳細に説明する。

【0010】図1は、本発明が適用されるディスクアレイシステムの一例を示すブロック構成図である。図中において、101はディスクアレイシステムを、102は各種処理を実行するCPUを、103はCPU102で実行される各種プログラムやデータ等を記憶するRAMを、104はキーボードやディスプレイ、あるいは上位装置等と接続して、データの入出力をを行う入出力装置を、105は複数のハードディスクから構成されるディスクアレイ装置を、106はディスクアレイ装置105を制御するディスクアレイコントローラを、107はディスクアレイ装置105に関する各種情報を、構成情報ファイルとして記憶する、不揮発性の記憶装置である補助記憶装置を示している。

【0011】図2は、本発明のディスクアレイシステムにおける障害ディスクのデータを分割して格納する動作について説明するものである。また、図3は、ディスクアレイ装置を構成する構成情報を取得する処理を、図4は、ディスクアレイの空き容量をチェックする処理を、図5は、障害ディスクにおけるデータを復旧して正常なディスクに分配して格納するデータ分配処理を示すフローチャートである。そして、図6は障害の起ったディスクが交換されたときに、それぞれのディスクに分配して格納されているデータを再び一つのデータに格納し、障害が起こる前の状態に戻す修復動作を示すフローチャートである。また、図7は、図1のディスクアレイ装置105の構成及び格納されるデータの遷移を示す図である。図8は、図7の各ディスクに格納されるデータの一

例を示す図である。

【0012】図9は、補助記憶装置107のディスクアレイ情報ファイル901の一例を示す図であり、902はディスクIDと構成番号との対応関係が記憶される構成情報記憶エリア、903は障害の起ったディスクとその発生順序等を記憶する障害情報記憶エリア、904は障害ディスクのデータを分割して待避格納したとき、その格納位置に関する情報を記憶する格納位置情報記憶エリアである。なお、格納位置情報記憶エリア904は、複数組の位置情報を記憶することが可能な構成になっている。

【0013】それでは、前述の図1によって示される本発明のディスクアレイシステムの動作について説明する。

【0014】図2において、まず、システムに電源が投入されると、図1のディスクアレイ装置105の接続状態をチェックし、補助記憶装置107の構成情報ファイルに、それらの情報を記憶する、構成情報取得処理を行う（ステップ201）。次にその構成情報ファイルに基づき、ディスクアレイ動作、つまり、複数のハードディスクを用いた、データの読み出し及び書き込み動作が行われるが、その空き時間に、各ディスクに異常がないかチェックする（ステップ202）。異常がなければ処理を戻し、ディスクアレイの空き時間を利用してディスクチェックを一定間隔に繰り返し行う（ステップ203）。

【0015】もしも、何らかの異常が検出されれば、その異常ディスク以外の全てのディスクの空き容量、障害の起ったディスクに格納されていたデータ量等をチェックする空き容量調査処理を行う（ステップ204）。

【0016】そして、その空き容量調査処理によって得られた正常なハードディスクの総残容量と、障害の起ったディスクに格納されていたデータ量とを比較し（ステップ205）、その差が定められた量に満たないときは、入出力装置104を通じて、ディスクアレイシステムに障害が起った旨の出力をを行いシステムの停止処理を行う（ステップ206）。

【0017】一方、正常なハードディスクの総残容量と障害の起ったハードディスクに格納されていたデータ量の差が、あらかじめ定められた量以上のときは、障害ディスクのデータを正常なディスクに格納されているデータに基づいて復元し、そのデータを正常なディスクに分割して格納するデータ分配処理を行う（ステップ207）。

【0018】そして再び、ディスクの構成情報を取得し直し（ステップ201）、障害の起ったディスクを除いた、正常なディスクだけでディスクアレイシステムを再構成し、ディスクアレイシステムにおけるデータの入出力処理を継続して行う。

【0019】それでは、図2のフローチャートで説明し

た、本発明のディスクアレイシステムの動作についてより具体的かつ詳細に説明する。

【0020】本実施例におけるディスクアレイシステムでは、前述の図2で説明したように、まず、複数のハードディスクから構成されるディスクアレイ装置の構成情報を取得する処理を行う。図3は、そのディスクアレイの構成情報取得処理の一例を示すフローチャートである。まず、図1のCPU102は、図9に示す構成情報ファイル901の構成情報記憶エリア902を読み出し(ステップ301)に、既にディスクアレイの構成情報が設定されているか否かをチェックする(ステップ302)。構成情報が既に設定されていれば、その情報に従って、ディスクアレイシステムの起動を行う(ステップ302)。しかし構成情報が設定されていなければ、各ディスクにあらかじめ設けられているディスクIDを、図1のディスクアレイコントローラ106に問い合わせ(ステップ304)、そのIDにそれぞれディスクアレイの構成番号を割り当てる(ステップ305)。そして、補助記憶装置107に、ID毎に割り当てた構成番号を構成情報として格納する(ステップ306)。そして、その構成情報に基づいてディスクアレイシステムを起動する。

【0021】例えば、図1のディスクアレイ装置105は、図7に示すように、ディスクA、ディスクB、ディスクC、ディスクD、ディスクEのディスクから構成されており、構成情報記憶エリア902に、その構成情報が設定されていない場合、ディスクAに構成番号1、ディスクBに構成番号2、・・・、ディスクEに構成番号5というように、構成番号が割り当てられ、ディスクアレイの構成情報として構成情報記憶エリア902に記憶保持し、システムを起動する。

【0022】その後、ディスクアレイシステムとして、上位装置の指示に従いデータの書き込み及び読み出しを行なうが、これらのデータ書き込み及び読み出し処理の空き時間を利用して各ディスクに異常がないかチェックを行う。このとき、異常が検出されたならば、どのディスクに障害が起きたかを、図1に示す入出力装置104を通じて上位装置に通知するとともに、その障害情報を図9の障害情報記憶エリア903に記憶する。例えば、最初に、ディスクEに障害が検出された場合、ディスクEの状態を示すエリアを正常状態の“0”から異常状態“1”に変える。次にディスクBに障害が検出された場合、ディスクBの状態を示すエリアを正常状態の“0”から、異常状態を示す“2”にする。なお、本実施例では各ディスクの状態を示すエリアが“0”以外の、“1”、“2”、“・・・”、“n”のそれぞれは、異常状態を示すものであり、同時に何台のディスクに障害が起こって、その何番目にあたるかを示すものである。

【0023】そして、このような障害が検出された場合、ディスクアレイシステムの空き容量をチェックする

空き容量検出処理を行う。

【0024】図4は、その空き容量検出処理を説明するフローチャートである。

【0025】まず、ディスクアレイ装置105の空き容量を求める(ステップ401)。これは、障害の発生したディスク以外の、正常なディスクの空き容量の総計をもとめるものであり、例えば正常なディスクの中から、構成番号の最も小さいディスクのデータの空き容量を求め、これを正常なディスクの数で掛け合わせることにより算出するようにしてもよい。本実施例では、ディスクアレイを構成する各ディスクが同じ容量を持ち、ほぼ、均等にデータが格納されているため、一つのディスクの空き容量と、正常なディスクの数により、おおよそのデータの空き容量を算出することが可能であるが、正常なディスクのそれぞれの空き容量を調べ、それらの合計により、ディスクアレイシステムの空き容量を求めるようにもよい。

【0026】次に、障害の起こったディスクにおけるデータの使用量を求める(ステップ402)。前述のように、ディスクアレイシステムに用いられている複数のディスクには、ほぼ均等にデータが格納されているため、ディスクの空き容量を求めたときと同様に、正常に動作するディスクで、最も小さい構成番号を持つディスクの使用量を求めることにより、障害の起こったディスクにおける使用量の近似値を求めることができる。

【0027】例えば、図7に示すようにディスクAからディスクEまでの各ハードディスクの容量が100MBであり、それらのハードディスクにそれぞれ20MBのデータが格納されていた場合、ディスクEに障害が発生し、データの読み出しができなくなても、ディスクAをチェックし、その空き容量80MB及び使用量20MBを求めて、正常なディスクの台数とかけることにより、つまり $80\text{MB} \times 4\text{台} = 320\text{MB}$ の総残容量を算出する。また、前述のように、ディスクAとディスクEの使用量は、ほぼ同じであるためディスクEの使用量を20MBとする。

【0028】以上のようなディスク使用状況検出処理の後、補助記憶装置に格納された正常なディスクの総残容量と、障害ディスクのデータ量とを比較し、残容量からデータ量を引いた値が、ある定められた値よりもよりも大きい場合、図5に示すデータの分配処理を行う。

【0029】このデータ分配処理は、障害によって読み出せなくなったデータを復元するデータ修復処理(ステップ501)と、修復したデータを正常なディスクに分配して格納する分配格納処理(ステップ502)、そして、修復したデータが格納される位置情報を取得する位置情報取得処理(ステップ503)からなる。

【0030】本実施例におけるディスクアレイシステムは、図8に示すように、各データ列毎に一つずつパーティデータが設けられるような、一般にRAID5と言わ

れる構成になっている。各ディスクA、B、C、D、Eには、上位装置から送られた格納データが、一定長のブロックデータに分割され、補助情報記憶装置107に記憶されている構成番号に従って、A1、B1、C1、D1、E1、次にA2、B2、C2、D2、E2、・・・というように格納される。なお、一つのデータ列には、必ずパリティが設けられ、しかも分散して格納されるため、E1、D2、C3、・・・には、ブロックデータに代わり、各データ列におけるパリティが格納される。

【0031】この方式におけるディスクアレイシステムでは、たとえディスクEに障害が起り、その中に格納されているデータを読み出すことができなくなっていても、他のディスクに格納されているデータ及びパリティを基にして、ディスクEに格納されていたデータ及びパリティを復元することが可能である(ステップ501)。

【0032】こうして、復元されたデータ及びパリティは、正常なディスク、つまりディスクA、ディスクB、ディスクC、ディスクDに分配して格納される。なお、前述の上位装置から送られたデータが格納されるときと同様に、ディスクEのデータに対しても、新たにパリティP6、P7を作成して格納する(ステップ502)。

このとき、復元されたディスクEの最初のデータであるデータE1が格納されるアドレス値と、ディスクEの最後のデータであるデータE5が格納されるアドレス値を求めて、それぞれ補助記憶装置107の位置情報記憶エリア903に格納する(ステップ503)。

【0033】以上のようにして、データを修復するとともに正常なディスクに分配して格納する。

【0034】そして、図2に示すように、再び構成情報を取得して(ステップ201)、4台のディスクから構成されるディスクアレイシステムとして動作する。

【0035】その後、ディスクBに障害が発生しても、ディスクEの場合と同様に、正常なディスクにおける総残容量、障害ディスクにおけるディスク使用量を求め、その差がある値以上ならば、各データ、パリティを基にして、ディスクBのデータを修復し、残りの正常なディスクに振り分け、分配して格納する。

【0036】以上のように、本発明によれば、ディスクアレイ装置の残容量に応じて、ディスクアレイを構成する複数のディスクに障害が起こっても、予備のディスクを設けることなく継続して使用することができる。

【0037】なお、総残容量とデータ量との差があらかじめ定められた量以上のときに、データの分配処理を行うものとするのは、求めた各データ量と実際のデータ量との誤差を修正したり、ディスクアレイシステムを継続して使用するために必要なデータ格納領域を確保するためであり、その量は自由に設定することができる。

また、本発明におけるディスクアレイシステムでは、オペレータが上位装置に送られた障害情報をチェック

し、その障害の起こったディスクを交換したときに、補助記憶装置107に記憶されているディスク情報ファイル901を参照して、ディスクアレイシステムの復旧処理を行う。なお、この復旧処理は、オペレータが、ディスクの交換をしたことを示す入力を起こしたときや、普段は閉じているメンテナンス用のカバーを一度開いて、再び閉じたときなどに行われるものである。

【0038】以下、この復旧処理について図6のフローチャートに基づいて説明する。

10 【0039】まず、ディスク情報ファイル901の状態情報記憶エリア902を参照して、現在障害中となっている各ディスクをチェックし(ステップ601)、交換されたディスクが一つもなければ、復旧処理を終了する(ステップ602)。一方交換されたディスクが検出されたならば、再び状態情報記憶エリア902を参照して、最も新しく障害の起こったディスクに対応する位置情報記憶エリア904の位置情報を取得し(ステップ603)、その情報に基づいて正常なディスクに分散して格納されているデータ読み出して(ステップ604)、

20 交換されたディスクに移動する(ステップ605)。その際、データの分配時に新たに作成したパリティを削除して、データの書き込みを行うものである。次に、復旧されたディスクをディスクアレイシステムに組み込むように構成情報記憶エリア902における構成情報の更新、状態情報記憶エリアにおける障害状態の“0”クリア、そして位置情報エリアにおける、復旧されたディスクに対応する位置情報のクリア等の変更を行う(ステップ606)。そして、以上の処理を、交換されたディスクの分だけ繰り返し行う。

30 【0040】こうしてディスクの復旧処理が終わると、図2に示すフローチャートに従い、本発明によるディスクアレイ処理が行われる。

【0041】例えば、図8に示すようにディスクEに続いてディスクBに障害が起り、それらの障害ディスクのデータが、ディスクA、C、Dに格納されているとき、オペレータによってディスクの交換が行われたとする。このとき最も新しく障害となったディスクBから復旧処理を行う。まず、ディスク情報ファイル901からディスクBのデータが格納位置を取得して、ディスク

40 A、C、Dから待避されたデータを読み出し、そのデータを新たに交換されたディスクに移動する。次にディスク情報ファイルの各エリアの情報を書き換える。その後、交換されたディスクがまだあるならば、ディスクEについても、上述のディスクBと同様の復旧処理を行う。その後、図2に示すフローチャートに従い、ディスクA、B、C、D、Eから構成されるディスクアレイシステムとして、一般的なディスクアレイ動作を行う他、本発明によるディスクの障害時におけるデータの分配処理等を行うものである。

50 【0042】なお、本発明による障害ディスクのデータ

分配、及び復旧処理によって、ディスクの構成順序が変わることがあるため、ディスクアレイコントローラの働きをプログラムによって制御処理し、パリティの設定やデータの格納順序を自由に変更することが可能なソフト方式のディスクアレイシステムを使用することが望ましい。

【0043】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、従来、ディスクアレイシステムで1台のハードディスクが壊れたときに、さらにもう1台のハードディスクが壊れると、データ復旧は不可能であったが、正常に動作しているハードディスクの空き容量が多い場合にはデータ復旧が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるディスクアレイシステムのブロック構成を示す図

【図2】本発明の一実施例によるディスクアレイシステムの動作概要を示す図

【図3】図2におけるディスクアレイシステムの構成情報取得処理を示す図

【図4】図2におけるディスクアレイシステムの空き容

量取得処理を示す図

【図5】図2におけるディスクアレイシステムのデータ分配処理を示す図

【図6】本発明の一実施例のディスクアレイシステムにおいて、分配して格納されたデータを、交換したディスクに移動する処理を示す図

【図7】本発明の一実施例によるディスクアレイシステムのディスクと格納される遷移を示す図

【図8】本発明の一実施例によるディスクアレイシステムに格納されるデータの状態を示す図

【図9】本発明の一実施例によるディスクアレイシステムにおける情報を記憶するディスク情報ファイルを示す図

【符号の説明】

100：上位装置 101：ディスクアレイシステム

102：CPU

103：RAM 104：入出力装置 10

5：ディスクアレイ装置

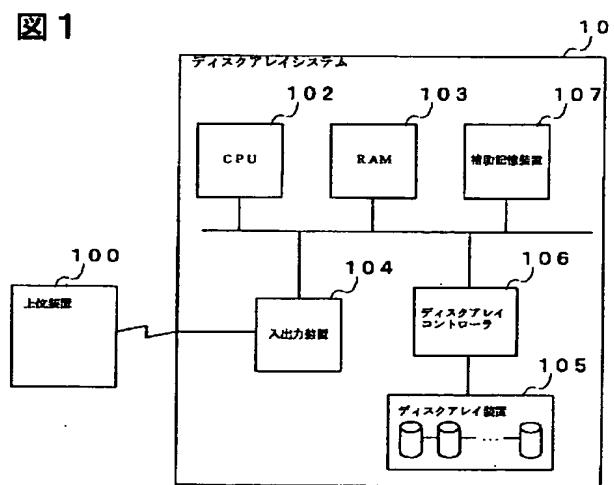
106：ディスクアレイコントローラ 107：補

助記憶送致

20

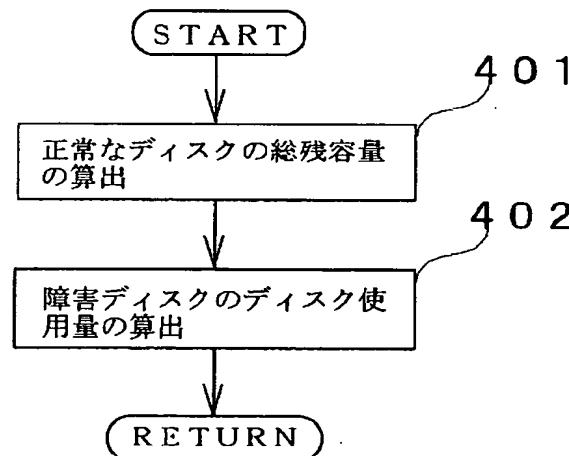
【図1】

図1



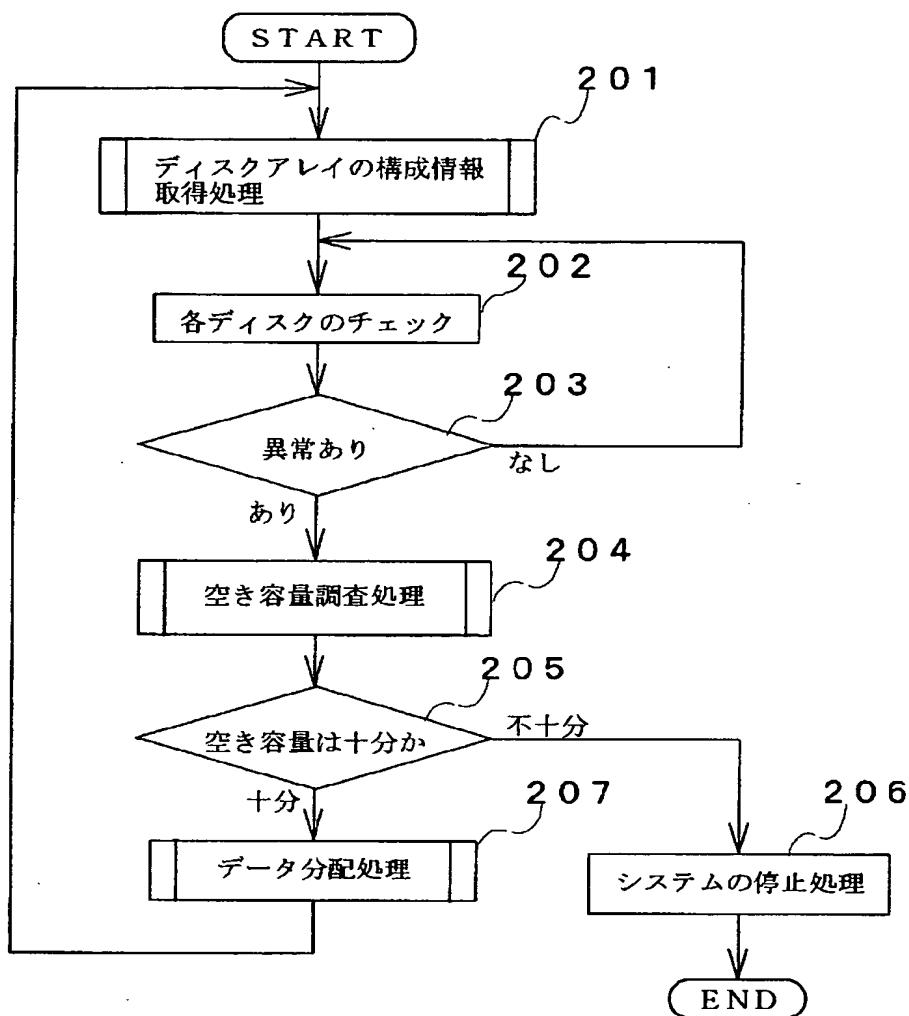
【図4】

図4



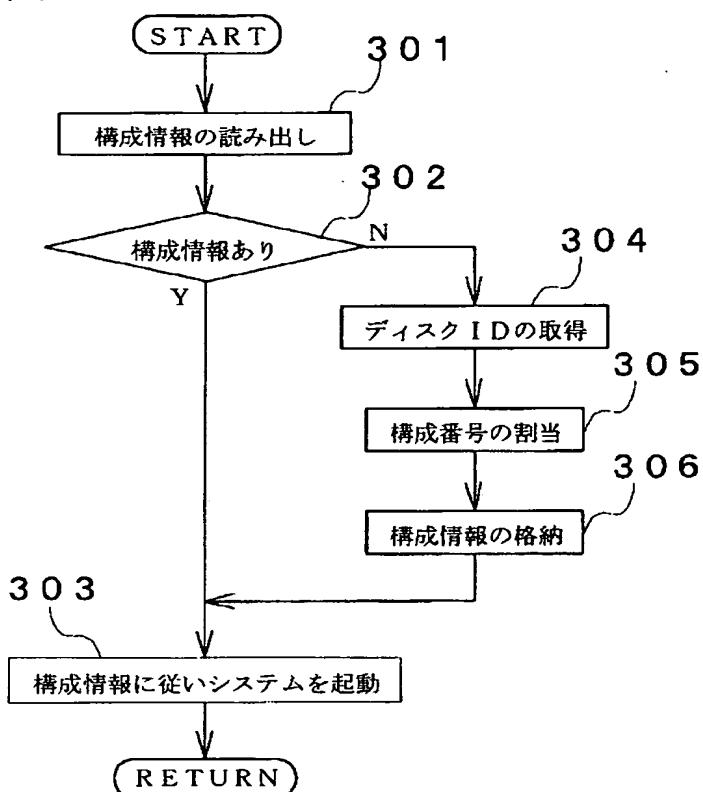
【図2】

図2



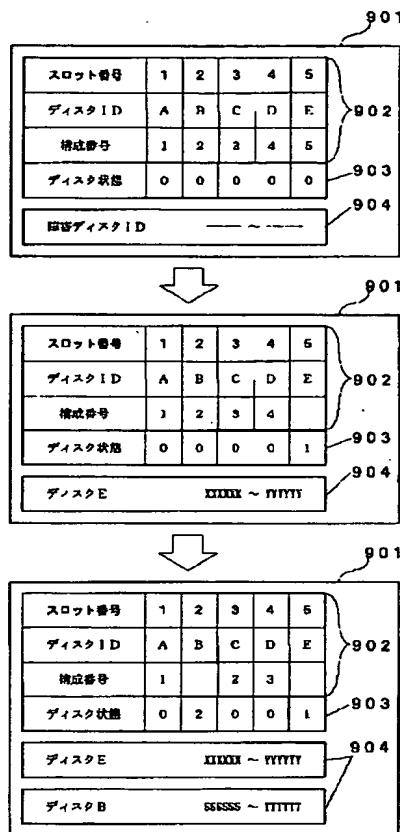
【図3】

図3



【図9】

図9



【図8】

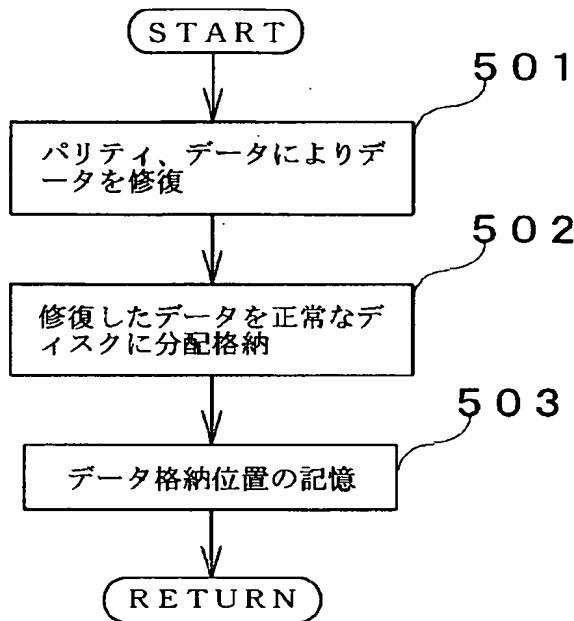
図8

ディスクID データ列No	A	B	C	D	E
1	A1	B1	C1	D1	E1=P1
2	A2	B2	C2	D2=P2	E2
3	A3	B3	C3=P3	D3	E3
4	A4	B4=P4	C4	D4	E4
5	A5=P5	B5	(C5=)0	(D5=)0	(E5=)0
6	E1=P1	E2	E3	P6	
7	E4	(E5=)0	P7	0	
8	B1		B2	P8	
9	B3		P9	B4=P4	
10	P10		B5	E2	
11	(E5)=0		0	P11	
12	-		-	-	

Ax~Ex : データ
Px : パリティ
(x = 1, 2, 3, ...)

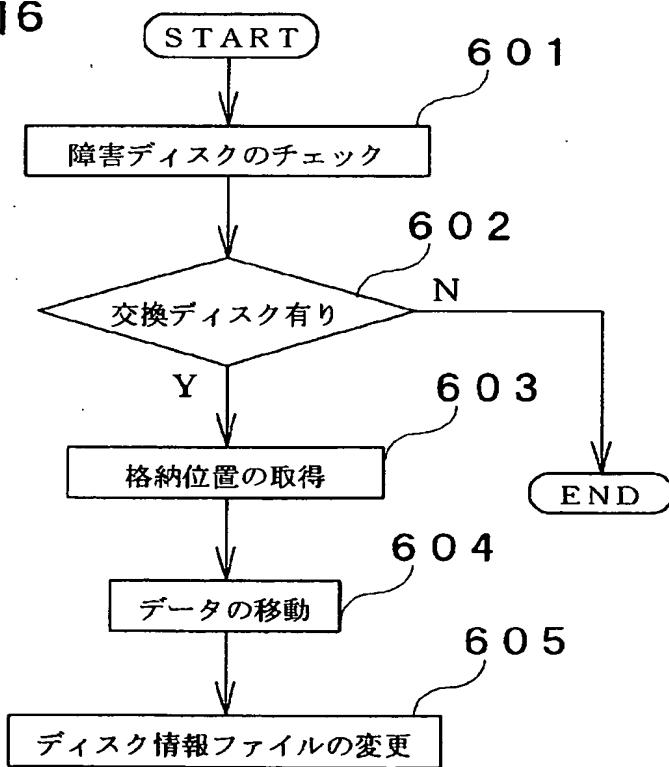
【図5】

図5



【図6】

図6



【図 7】

図 7

